

特開平11-316110

(43)公開日 平成11年(1999)11月16日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号  
G 0 1 B 11/02  
11/26  
// H 0 1 L 21/60

F I  
G O I B 11/02 Z  
11/26 Z  
H O I L 21/92 6 0 4 T

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-70791  
(62)分割の表示 特願平7-316283の分割  
(22)出願日 平成7年(1995)12月5日

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 橋本 豊  
神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所汎用コンピュータ事業部内

(72)発明者 佐々木 秀昭  
神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所汎用コンピュータ事業部内

(72)発明者 小林 守  
神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所汎用コンピュータ事業部内

(74)代理人 弁理士 沼形 義彰 (外1名)

最終頁に続く

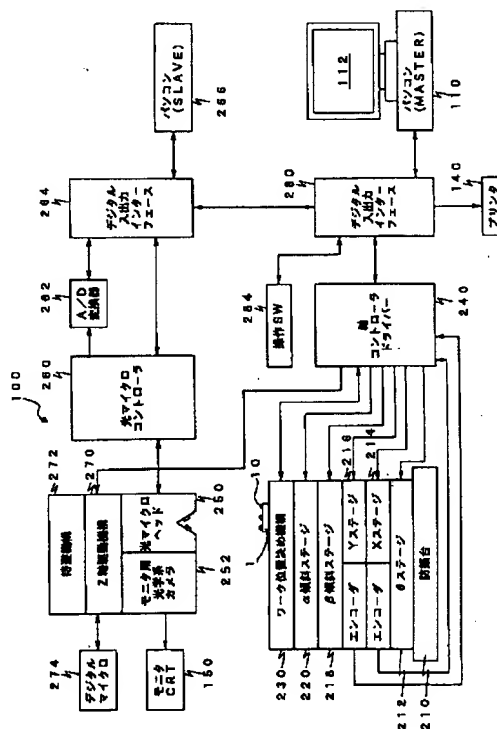
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 はんだパンプの測定方法

(57) 【要約】

【課題】 基板上に多数のはんだバンプを有する L S I 等のワークのはんだバンプ張部を高速で測定する方法を提供する。

【解決手段】 基板上に多数のはんだパンプ10を有するワーク1は、ワーク位置決め機構230上にとりつけられ、光マイクロヘッド250によりワーク1上を走査して、ワークの取付姿勢の誤差が測定される。この誤差を補正するように各ステージが操作された後に、パンプの頂点位置の走査測定が実行される。測定結果はパソコン266に収集され、各軸の制御データとともにメインのパソコン110に送られ、画面112上に表示される。各パンプの頂点位置の回帰平面からの誤差を演算し、基準値以内に収まるワークを良品と判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定物に形成されたはんだバンプの測定方法において、  
前記被測定物をテーブル上に取り付ける工程と、  
前記被測定物上の複数のはんだバンプのうちの所定のはんだバンプに光ビームを照射し、前記所定のはんだバンプからの反射光を受光して前記所定のはんだバンプの位置を検出する工程と、  
前記所定のはんだバンプを含むはんだバンプ列に前記光ビームを照射し、前記はんだバンプ列からの反射光を受光して前記はんだバンプ列中の各はんだバンプの頂点位置を求め、前記求めた結果から前記被測定物の姿勢のズレ量を算出する工程と、  
前記テーブルの姿勢を調整して前記被測定物の姿勢のズレを補正する工程と、  
前記被測定物上の各はんだバンプに前記光ビームを照射し、各はんだバンプからの反射光を受光して各はんだバンプの頂点の高さを測定する工程とを有することを特徴とするはんだバンプの測定方法。

【請求項2】 請求項1記載の測定方法において、  
前記複数のはんだバンプの頂点の高さを測定した後、各はんだバンプの頂点が形成する回帰平面を算出する工程と、  
前記回帰平面に対する前記各はんだバンプの相対的な頂点の高さを求める工程と、  
前記各はんだバンプの相対的な頂点の高さが所定の範囲内か否かを判定する工程とを有することを特徴とする測定方法。

【請求項3】 請求項2記載の測定方法において、  
前記各はんだバンプの相対的な頂点の高さの標準偏差を算出する工程と、  
前記標準偏差の良否を判定する工程とを有することを特徴とする測定方法。

【請求項4】 被測定物に形成されたはんだバンプの測定方法において、  
テーブル上に取り付けられた前記被測定物上の各はんだバンプに光ビームを照射し、  
前記各はんだバンプからの反射光を受光して前記各はんだバンプの頂点の高さ位置を検出し、  
前記検出結果から前記はんだバンプの頂点が形成する回帰平面を算出し、  
前記回帰平面に対する前記各はんだバンプの頂点の相対的な高さを求めることを特徴とする測定方法。

【請求項5】 請求項4記載の測定方法において、  
前記各はんだバンプの頂点の相対的な高さが所定の範囲内か否かを判定し、  
前記判定の結果、前記被測定物上の不良と判定されたはんだバンプの位置を表示手段に表示することを特徴とする測定方法。

【請求項6】 請求項4記載の測定方法において、

前記各はんだバンプの頂点の相対的な高さの標準偏差を算出し、

前記各はんだバンプの頂点の高さと前記標準偏差に基づいて前記被測定物の良否を判定することを特徴とする測定方法。

【請求項7】 被測定物に形成されたはんだバンプの測定方法において、  
テーブル上に取り付けられた前記被測定物表面及び各はんだバンプ表面に光ビームを照射し、  
前記被測定物表面及び前記各はんだバンプ表面からの反射光を受光して前記被測定物表面の高さ位置及び各はんだバンプの頂点の高さ位置を検出し、  
前記検出結果から前記被測定物表面が形成する回帰平面を算出し、  
前記回帰平面に対する前記各はんだバンプの頂点の高さを求めることを特徴とする測定方法。

【請求項8】 被測定物に形成されたはんだバンプの測定方法において、  
テーブル上に取り付けられた前記被測定物表面及び各はんだバンプ表面に光ビームを照射し、  
前記被測定物表面及び前記各はんだバンプ表面からの反射光を受光して前記被測定物表面の高さ位置及び各はんだバンプの頂点の高さ位置を検出し、  
前記検出結果から前記被測定物表面が形成する第1の回帰平面及び前記各はんだバンプの頂点が形成する第2の回帰平面を算出し、  
前記第1の回帰平面に対する前記各はんだバンプの頂点の絶対高さ及び前記第2の回帰平面に対する前記各はんだバンプの頂点の相対高さを求めることを特徴とする測定方法。

【請求項9】 請求項4、7、8のいずれかに記載の測定方法において、  
前記テーブル上に取り付けられた前記被測定物上の複数のはんだバンプのうちの所定のはんだバンプに光ビームを照射し、  
前記所定のはんだバンプからの反射光を受光して前記所定のはんだバンプの位置を検出し、  
前記所定のはんだバンプを含むはんだバンプ列に前記光ビームを照射し、  
前記はんだバンプ列からの反射光を受光して前記はんだバンプ列中の各はんだバンプの頂点位置を求め、  
前記求めた結果から前記被測定物の姿勢のズレ量を算出し、  
前記テーブルの姿勢を調整して前記被測定物の姿勢のズレを補正し、  
その後、前記被測定物上の各はんだバンプの頂点の高さ位置の測定を行うことを特徴とする測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はLSI等の半導体モ

ジュールやTAB (Tape Automated Bonding) 等に形成されるはんだバンプの測定方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】図1は多数のはんだバンプを有する半導体モジュール1の構造を示す説明図である。半導体モジュール1の裏面には、はんだバンプ10が多数形成され、各バンプは半導体モジュール1が搭載される配線基板との間を接続する。半導体モジュール1は例えば10mm角の正方形の平面形状を有し、その表面8上に450 $\mu$ mのピッチ間隔で23 $\times$ 23のはんだバンプ10が形成される。各はんだバンプ10の寸法と形状は拡大図で示すように、ほぼ球状の形状を有する。従来このような球状の多数のバンプの高さ測定を自動で行う装置はなく、焦点深度顕微鏡等による目視測定しか方法がなかった。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】多数のバンプが形成された半導体モジュール等のワーク（被測定物）は、次工程で配線基板上に位置決めされ、加熱炉中ではんだバンプを加熱、溶融して結線を行なう。この結線を確実にするためには、各バンプの頂部の高さ寸法が正確に形成される必要がある。また、各バンプの大きさも、一定の値に制御することによって、隣接するバンプや配線とのショートを防止する必要がある。しかしながら、多数のバンプの高さ寸法を短時間で、しかも正確に測定することは非常に困難なことである。本発明は、本出願人が先に提案した特開平2-80905号公報に示す光ビームを用いてワークの高さ寸法を測定する技術を発展させて、ワーク上のバンプを高速かつ正確に測定する方法を提供するものである。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の測定方法は、被測定物に形成されたはんだバンプの測定方法において、前記被測定物をテーブル上に取り付ける工程と、前記被測定物上の複数のはんだバンプのうちの所定のはんだバンプに光ビームを照射し、前記所定のはんだバンプからの反射光を受光して前記所定のはんだバンプの位置を検出する工程と、前記所定のはんだバンプを含むはんだバンプ列に前記光ビームを照射し、前記はんだバンプ列からの反射光を受光して前記はんだバンプ列中の各はんだバンプの頂点位置を求め、前記求めた結果から前記被測定物の姿勢のズレ量を算出する工程と、前記テーブルの姿勢を調整して前記被測定物の姿勢のズレを補正する工程と、前記被測定物上の各はんだバンプに前記光ビームを照射し、各はんだバンプからの反射光を受光して各はんだバンプの頂点の高さを測定する工程とを備える。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】図2は、本発明のはんだバンプの測定方法に使用する装置の外観を示す説明図である。全

体を符号100で示す測定装置は、ワークを載置して測定を行なう操作ステージ110と制御部120と、操作盤130と、結果を出力するプリンタ140と、操作ステージ110の測定部をモニタするモニタTV150等を備える。図3は、2の装置100の制御系の構成を示すブロック図であって、ワーク1を搭載するテーブル側は防振台210上に配設されて、ワークの垂直軸線（Z軸）まわりの角度を制御する $\theta$ ステージ212と、垂直軸線に直交する平面内の一方の案内軸（X軸）方向の移動を制御するXステージと、X軸に直交する案内軸（Y軸）方向の移動を制御するYステージと、ワーク位置決め機構の表面の傾斜を制御する $\beta$ 傾斜ステージ218及び $\alpha$ 傾斜ステージ220と、ワーク1を保持するワーク位置決め機構（ワークテーブル）230を備える。

【0006】各制御軸は、軸の制御駆動装置240からの出力によって制御される。光マイクロセンサ250は、Z軸駆動機構270にとりつけられて、ワークテーブル230に対してZ軸方向に制御される。この光マイクロセンサ250は、ワークテーブル230に対して、ワーク1の取付けと取出しを容易にするために待避機構272により測定位置から待避する構成となっている。Z軸方向の移動量はデジタルマイクロ274で管理される。光マイクロセンサ250に隣接して光学カメラ252が装備されており、測定部の状況をモニタ用のCRT150で視認することができる。

【0007】光マイクロセンサ250は、コントローラ260で制御され、測定データはA/D変換されて、デジタル入出力インターフェース264を介してパソコン266に記録される。測定結果は、マスターパソコン110のデジタル入出力インターフェース280側へ送られ、パソコン110上の画面に表示されるとともに、プリンタ140にも出力される。はんだバンプの測定結果の判定には、各バンプの位置の座標データや各制御軸の補正量のデータも利用され操作スイッチ284によって操作される。

【0008】図4は、光マイクロヘッド250の構造を示し、半導体レーザー252と受光素子255を有する。半導体レーザー252から出力されたレーザーは、レンズ253を通過してビームLBとしてバンプ10上に照射され、バンプ10の表面で反射したビームはレンズ254を通過して受光素子255に受光される。受光素子255は、反射光の受光位置によって、バンプの表面の高さ位置を三角測量の原理により測定する。同時に反射受光量も検出される。テーブルのX軸は、このレーザービームLBの光軸方向に設定される。

【0009】図5は、レーザービームLBによってバンプ10を走査するパスを示し、バンプ10の頂点を含めてその付近を3回のパスによって測定する。

【0010】図6は、測定結果のデータの一例を示し、横軸にX軸座標を、たて軸に検出レベルをとっている。

第1のカーブC1は反射受光のレベルを示し、第2のカーブC2はバンプの高さの変位を示す。反射受光C1の基準値TLを予め定めておき、受光がこの基準値TLを超えたX座標位置と基準値より下がったX座標位置を検出し、この中間の座標位置X10での変位信号C2の値をそのバンプの頂点の高さ位置として採用する。

【0011】図7は、基板2の表面8とバンプ10の高さ位置の関係を示す。レーザービームLBは、基板2の表面8とバンプ10上を走査し、表面8の高さ位置とバンプ10の高さ位置を検出する。基板2は、必ずしも絶対平面を形成せず、うねり等が発生させる。そこで図8に示すように、基板2の表面8の回帰平面P1と各バンプの頂部により形成される回帰平面P2を算出する。そして、バンプ10の回帰平面P1からの絶対高さH1と回帰平面P2からの相対高さH2を得る。測定対象のワークの基板の形状、寸法と、基板上に形成されるはんだバンプの位置とは常に一定の関係になるとは限らない。そこで、ワークをテーブル上に取りつけた後に、測定開始前にワークの取付姿勢を調整（アライメント）を行なう。

【0012】図9は、ワークであるLSIキャリヤ1をX、Y方向に移動するワークテーブル230上に位置決めする手段を示す。ワーク1は平面形状が正方形であって、このワーク1に対応する直角ブロック232がテーブル230上にとりつけてある。このブロック232は基準となるストップ233が突出し、このストップ233に向かって前進する押し当てピン234によってワーク1をストップ233に押し当てて、ワーク1を位置決めする。テーブル230には負圧を用いた吸着装置235が設けてあり、ワーク1の裏面を吸着保持する。とりつけられたワーク1は、その基板の外形の切断誤差、基板材料の収縮等により、LSI基板の外形とバンプ位置の間に誤差が発生する。

【0013】そこで、図10に示す、ワーク1の第1のバンプ10-1の位置を検出する工程を実行する。ワーク1の基板に対する第1のバンプ10-1の設計上の位置は、コントローラが認識しているので、まず、テーブルのX軸の座標を第1のバンプ10-1の設計座標に位置決めして、テーブルをY方向に移動しつつ第1のスキャンS-1により測定を行なう。

【0014】この走査S-1によって、図6のカーブC1に示すような第1のバンプ10-1の反射受光量の変化のカーブが得られる。そこで、このカーブから得られる光量の中心位置を求めて、第1のバンプ10-1の中心点（原点）と仮定する。受光量が基準値に達しないときには、X軸座標を距離D1だけシフトして第2の走査S-2を実行し、仮の原点を検出し、Y軸座標を決定する。次にこのY軸座標を固定し、X軸方向の走査S-3を行ない、受光量中心から第1のバンプ10-1の位置を検出する。X軸座標上の受光量が基準値に達しないと

ときには、Y軸を距離D2だけシフトして走査S-4を行ない、同様の処理を行なう。

【0015】以上により求められた座標位置を仮の原点K1とする。仮の原点K1を含むバンプの第1行を走査（S-10）し、受光量が基準以上のバンプについて頂点位置を求める。この頂点位置のX軸座標位置と、設計上のX軸座標位置とのズレ量の平均値を算出する（図11）。次に基板の反対端に最も近いバンプの行に対しても同様の走査（S-11）を行ないX軸座標のズレ量の平均値を算出する。このズレ量をもって、このワークの基板端面から第1のバンプまでのX軸方向の補正值として、原点のX軸座標を補正する。同様の走査をY軸方向に実行して、Y軸座標のズレ量を算出して、原点のY軸座標を補正する。

【0016】ワークが中心軸まわりに回転してとりつけられていると、設計上の値に走査間隔を移動して走査を行なうと、走査線上に出現する受光量のピーク値が一定方向に変化し、またピーク位置と設計位置にズレが生じる（図12）。この変化によって、ワークの回転角 $\theta$ の補正量を算出して、 $\theta$ ステージを回動して補正する。

【0017】この $\theta$ 補正のX軸方向の走査時には、図13に示すように、ワークの基板上の位置8-1、8-2、8-3……の高さ位置も検出される。この高さ位置の変化により、回帰直線L-1を算出し、X軸方向の基準線（水平線）からの傾斜角の補正值 $\alpha$ を算出し、 $\alpha$ 傾斜ステージ218を補正する。同様にY軸方向の傾斜の補正值 $\beta$ を算出し、 $\beta$ 傾斜ステージ216を補正する。以上のアライメント工程を完了した後に、全てのバンプを走査して頂点高さを測定する。

【0018】図14は、測定結果に基づいて、バンプ10の頂点位置が形成する回帰平面PL-1を示す。そして、この回帰平面PL-1からの各バンプの頂点位置の偏位を演算し、判定結果をディスプレイ112上に表示する。

【0019】図15は、画面上に表示される測定結果のグラフである。横軸に回帰平面からの各バンプ頂点の高さの差を、たて軸にバンプの個数をとったものである。このワークの場合には、バンプ個数が5200個であって、標準偏差が $0.65\mu\text{m}$ であり、3 $\sigma$ が $\pm 1.95\mu\text{m}$ である。目標仕様を例えば $\pm 2\mu\text{m}$ に設定するとこのワークの標準偏差での判定は良品となり、次工程へ送付される。

【0020】図16は、測定装置の画面112上に表示される各種の画面の例を示す。運転画面300は、現在の運転モード等の表示エリア302、相対高さ頻度分布グラフを表示するエリア304、判定結果を表示するエリア306、ワークであるLSI1毎の詳細結果を表示するエリア308を有する。エリア302は、  
a. 現在の動作モード（アライメント、頂点計測、ベース計測、判定演算、個別再計測）

b. 現在の検査位置（行、列）を数値とグラフィックで表示

c. 1 L S I 検査終了後、不良バンプの座標を数値とグラフィックで表示

を表示する。不良バンプの位置の表示は、ワーク1の不良バンプ10-Nの位置をエリア302上に画像として表示する。

【0021】相対高さ頻度分布グラフ304は、図15に示したものである。判定結果はOK又はNGとしてエリア306に表示される。エリア308に表示されるL S I 毎の詳細結果は、アライメントの結果をX, Y, Z,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ の数値で表示するとともに、バンプの平均高さ、相対高さの標準偏差、平均受光量、X, Y方向のベース収縮率を表示する。

【0022】位置ずれグラフの画面310は、バンプ毎の設計値からの頂点位置のずれ量の分布を示すグラフである。高さ立体分布グラフの画面320は、バンプ毎の相対高さの3Dグラフおよび色分けによる平面分布グラフを示す。不良L S I の情報画面330は、全自動運転終了後（マガジン単位）の不良L S I の判定モードを示す。検査条件設定画面340は、判定閾値等、検査のパラメータを設定するための画面である。

【0023】

【発明の効果】本発明は以上のように、多数のはんだバンプを有するL S I 等のワークの全てのバンプの高さを測定してワークの良否を短時間で判定する方法を提供するものであって、増々高密度化するバンプに対しても対応することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の測定対象（ワーク）となるL S I を示す説明図。

【図2】本発明の測定装置の斜視図。

【図3】本発明の測定装置の構成を示すブロック図。

【図4】光マイクロヘッドの構成を示す斜視図。

【図5】光マイクロヘッドの走査を示す平面図。

【図6】測定結果の一例を示すグラフ図。

【図7】基板表面とはんだバンプ頂点の測定方法を示す説明図。

【図8】基板のうねりの影響を示す説明図。

【図9】ワークテーブルに対するワークの取り付けを示す平面図。

【図10】はんだバンプの頂点位置の検出方法を示す平面図。

【図11】基板の取り付け誤差により生ずる測定結果の説明図。

【図12】基板の取り付け誤差により生ずる測定結果の説明図。

【図13】基板の取り付け誤差により生ずる測定結果の説明図。

【図14】はんだバンプの頂点が形成する回帰平面の説明図。

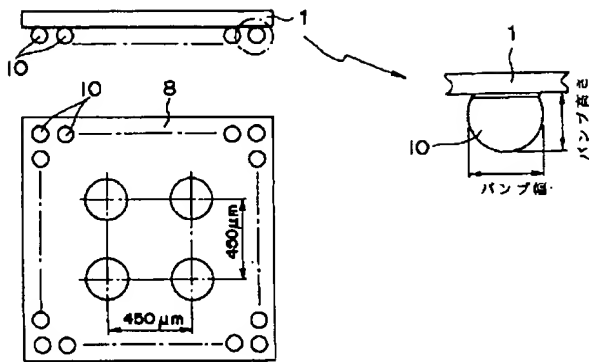
【図15】測定結果の標準偏差のグラフ図。

【図16】モニター装置の表示画面を示す説明図。

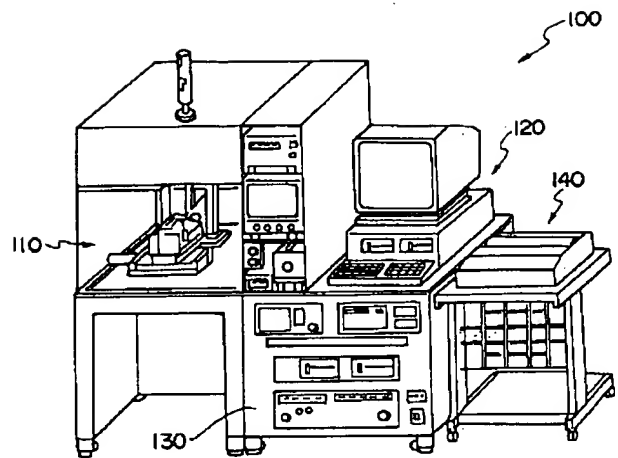
【符号の説明】

- |          |   |
|----------|---|
| 1        | 半導体モジュール  |
| 8        | 正方形の平面形状を有する半導体モジュール1の表面                                |
| 10       | はんだバンプ  |
| 100      | 測定装置  |
| 110      | 操作ステージ（マスターパソコン）  |
| 112      | ディスプレイ  |
| 120      | 制御部   |
| 130      | 操作盤   |
| 140      | 出力プリンタ  |
| 150      | モニターTV（CRT）   |
| 210      | 防振台   |
| 212      | ワークの垂直軸線（Z軸）まわりの角度を制御する $\theta$ ステージ                   |
| 218      | ワーク位置決め機構の表面の傾斜を制御する $\beta$ 傾斜ステージ（ $\beta$ 傾斜ステージ216） |
| 220      | $\alpha$ 傾斜ステージ（ $\alpha$ 傾斜ステージ218）                    |
| 230      | ワーク位置決め機構（ワークテーブル）                                      |
| 232      | 直角ブロック  |
| 233      | ストッパ  |
| 234      | 押し当てピン  |
| 235      | 吸着装置  |
| 240      | 軸の制御駆動装置  |
| 250      | 光マイクロセンサ  |
| 252      | 光学カメラ（半導体レーザー）  |
| 253, 254 | レンズ   |
| 255      | 受光素子  |
| 260      | コントローラ  |
| 264      | デジタル入出力インターフェース   |
| 266      | パソコン  |
| 270      | Z軸駆動機構  |
| 272      | 待避機構  |
| 274      | デジタルマイク   |
| 280      | マスターパソコン110のデジタル入出力インターフェース                             |
| 284      | 操作スイッチ  |

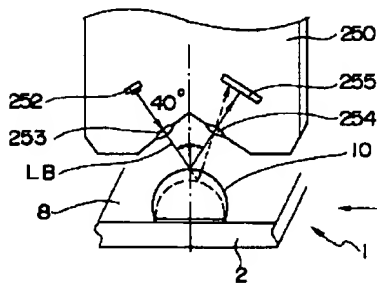
【図1】



【図2】

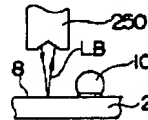
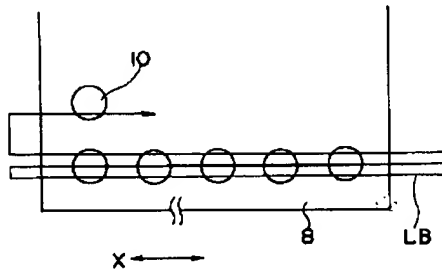


【図4】



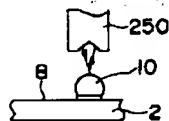
【図5】

【図7】

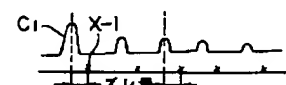
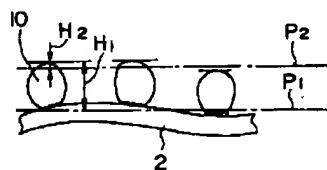
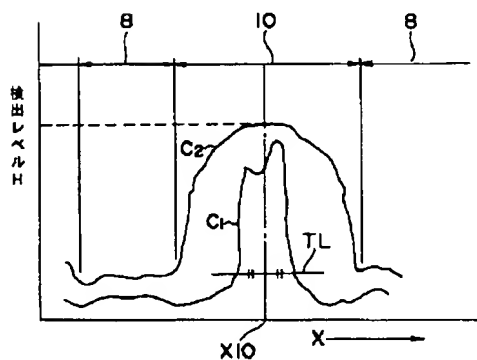


【図6】

【図8】



【図12】

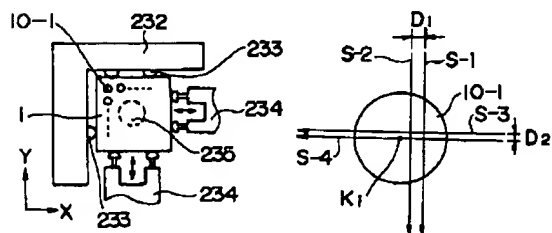
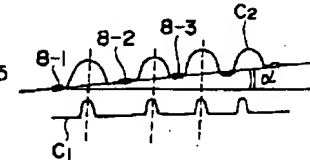
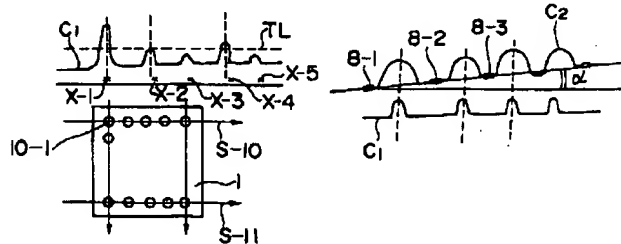


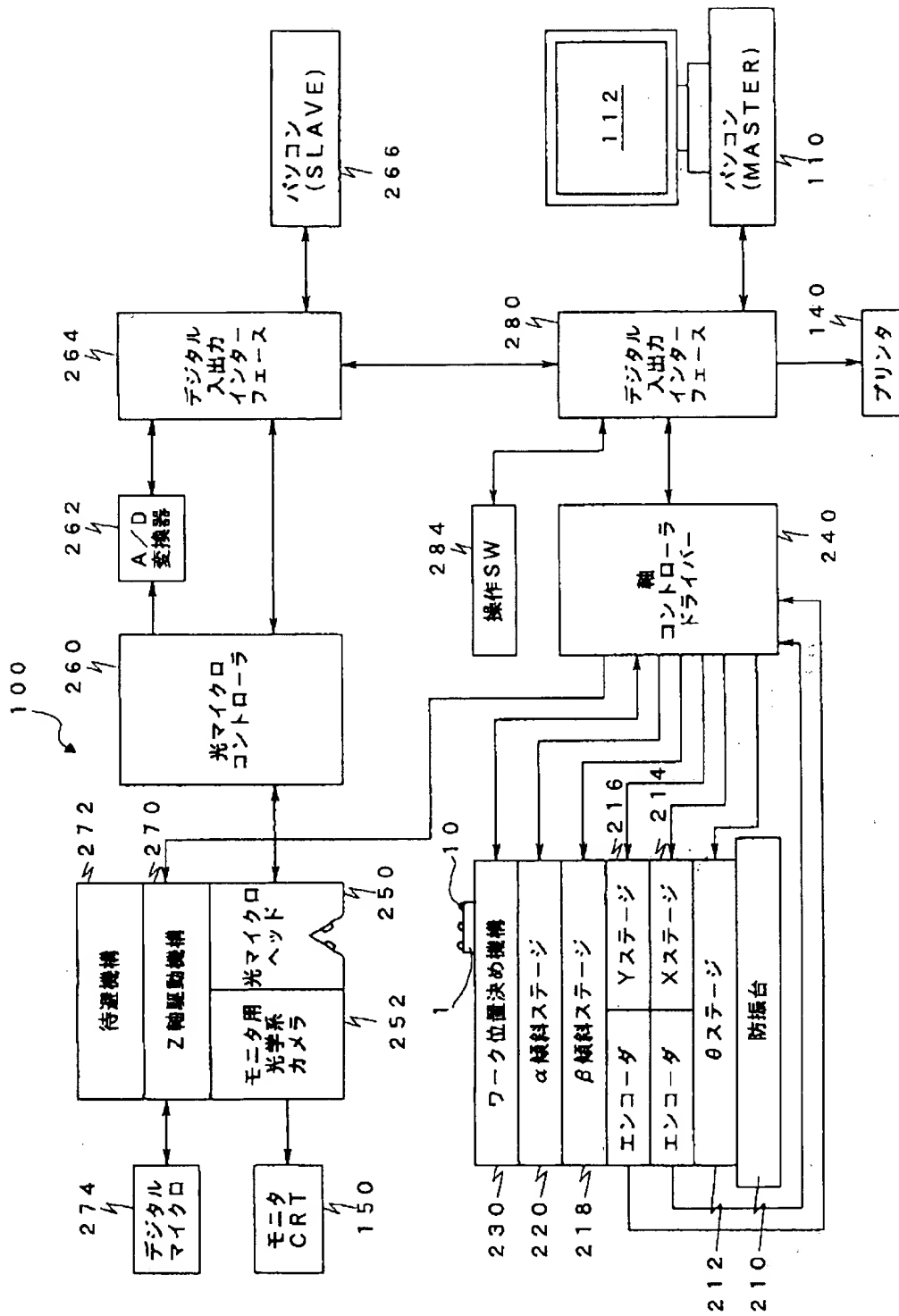
【図11】

【図13】

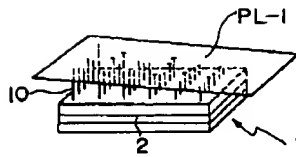
【図9】

【図10】

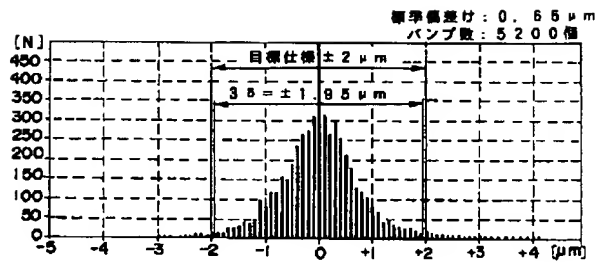




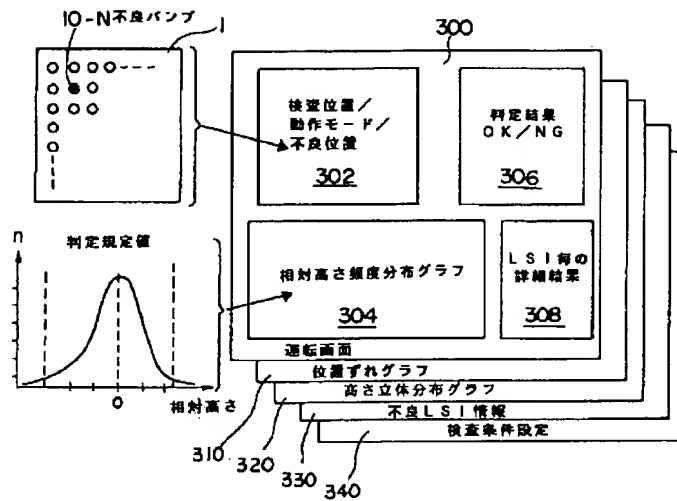
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 和井 伸一

神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日

立製作所汎用コンピュータ事業部内